



## D.2 Základní stavebně konstrukční řešení

<b>Název stavby:</b>	Revitalizace a stavební úpravy bytového domu na ulici Moravská 11,13, Havířov, Šumbark
<b>Místo stavby:</b>	Moravská 394/11, 395/13 736 01 Havířov - Šumbark
<b>Investor:</b>	Společenství vlastníků Hornosušská 11, 13 Hornosušská 1041/2, Prostřední Suchá, 735 64 Havířov IČ: 28620160
<b>Stupeň projektové dokumentace:</b>	DSP
<b>Zhotovitel projektových prací:</b>	ASA expert a. s. Lešetínská 626/24, 719 00 Ostrava – Kunčice IČ: 27791891
<b>Část D.3. vypracoval:</b>	Bc. Natálie Ficková Ing. Lucia Gabrišová www.bostatika.cz, 775 928 203 praca.statika@gmail.com
<b>Zodpovědný projektant:</b>	Ing. Jan Arleth
<b>Autorizovaná osoba:</b>	Ing. Lucia Gabrišová autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb ČKAIT 1104405

## OBSAH

### D.2.1 Technická zpráva

1.	Statické zabezpečení zateplení XPS/EPS tl. 220mm - beton - do výšky 2m nad terén	3
2.	Statické zabezpečení zateplení EPS tl. 180mm - betonový panel - fasáda	3
3.	Statické zabezpečení zateplení EPS/XPS tl. 100mm - betonový panel - výtahová šachta	4
4.	Statické zabezpečení zateplení EPS tl. 180mm - plynosilikát - fasáda	4
5.	Statické zabezpečení zateplení MW tl. 180mm - betonový panel - požární pásy	5
6.	Statické zabezpečení zateplení MW tl. 220mm - betonový panel - 1.PP	5
7.	Statické zabezpečení zateplení MW tl. 180/80mm - betonový panel - podhled lodžie	5
8.	Statické zabezpečení zateplení FP tl. 100mm - betonový panel - stěny lodžie	6
9.	Statické zhodnocení zatížení na plochou střechu	6
10.	Statické zabezpečení překotvení sendvičových panelů	7

### D.2.2 Základní statický výpočet

1.	Statické posouzení zateplení XPS/EPS tl. 220mm - beton - do výšky 2m nad terén	9
2.	Statické posouzení zateplení EPS tl. 180mm - betonový panel - fasáda	13
3.	Statické posouzení zateplení EPS/XPS tl. 100mm - betonový panel - výtahová šachta	17
4.	Statické posouzení zateplení EPS tl. 180mm - plynosilikát - fasáda	21
5.	Statické posouzení zateplení MW tl. 180mm - betonový panel - požární pásy	25
6.	Statické posouzení zateplení MW tl. 220mm - betonový panel - 1.PP	29
7.	Statické zabezpečení zateplení MW tl. 180/80mm - betonový panel - podhled lodžie	33
8.	Statické posouzení zateplení fenolickou pěnou tl. 100mm - betonový panel - stěny lodžie	34
9.	Statické zhodnocení zatížení na plochou střechu	39

**V době zpracování výtažných zkoušek fasády nebylo přistaveno lešení a výtažné zkoušky byly stanoveny pouze z přístupného terénu, proto je nutné v době postavení lešení udělat kontrolní měření a provést nové výtažné zkoušky a statický propočet - dělat v dostatečném časovém předstihu. Výtažné zkoušky byly provedeny pouze pro beton. V blízkosti vstupů se podle projektové dokumentace nachází plynosilikátové zdivo (novější dozdivka), pro které nejsou nutné zkoušky a použijí se hodnoty od výrobce. Návrh překotvení sendvičových panelů bude proveden v rámci dodavatelské dokumentace.**

#### Použitá literatura

ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 199-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy , vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 199-1-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem

Všechny vstupní údaje použité ve výpočtu jsou převzaty z projektové dokumentace pro stavební povolení - DSP, kterou vypracoval Ing. Jan Arleth. Obsahem statického výpočtu je návrh a posouzení kotvení KZS viz obsah, za zbylé věci zpracovatel této části nepřebírá zodpovědnost. Konstrukce zábradlí, lodžii, kotvení ploché střechy bude řešeno v rámci dodavatelské dokumentace. Kotvení zateplení KZS bylo stanoveno na základě výtažných zkoušek provedených Davidem Podškubkou dne 29.04.2025. Na objektu se nachází stávající zateplení, které bude odstraněno.

Zateplení vnějšího ostění, parapetů, nadpraží oken a dveří bude zatepleno KZS tl. 20/30mm a bude provedeno plnoplošným lepením.

Tloušťka nenosné vrstvy na fasádě je dle výtažných zkoušek pouze 10mm, v případě zjištění větší tloušťky povrchové úpravy je nutno použít delší kotvy!

## 1. Statické zabezpečení zateplení XPS/EPS tl. 220mm - beton - do výšky 2m nad terén

Tepelný izolant (XPS/EPS) tloušťky 220mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (**min. 6ks/m<sup>2</sup>, na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: min. 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách - do výšky 2m od terénu**), dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro **zápustnou montáž** s velkou zátkou z XPS/EPS, hmoždinka délky **min. 275mm**, s průměrem dířku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností **N<sub>Rk</sub>=1,38kN** stanovenou dle výtažných zkoušek, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min. **R<sub>panel</sub>=0,47kN** a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min. **R<sub>joint</sub>=0,36kN**. Pouzdro hmoždinky je polyetylenové, ocelový šroub nerezový nebo z galvanizované oceli. Talířek má únosnost min. 2,10kN a tuhost min. 0,70kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání min. 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Pro ověření statické únosnosti kotev byly provedeny výtažné zkoušky. Nutno ověřit nosný podklad pro kotvení. Při zjištění jiného materiálu než je beton, je nutno aktualizovat výpočet!

## 2. Statické zabezpečení zateplení EPS tl. 180mm - betonový panel - fasáda

Tepelný izolant (EPS) tloušťky 180mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (**min. 8ks/m<sup>2</sup>, na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: min. 4 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách**), dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro **zápustnou montáž** s velkou zátkou z EPS, hmoždinka délky min. **235mm**, s průměrem dířku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností **N<sub>Rk</sub>=1,38kN** stanovenou dle výtažných zkoušek, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min. **R<sub>panel</sub>=0,47kN** a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min. **R<sub>joint</sub>=0,36kN**. Pouzdro hmoždinky je polyetylenové, ocelový šroub nerezový nebo z galvanizované oceli. Talířek má únosnost min. 2,10kN a tuhost min. 0,70kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání min. 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Pro ověření statické únosnosti kotev byly provedeny výtažné zkoušky. Nutno ověřit nosný podklad pro kotvení. Při zjištění jiného materiálu než je beton, je nutno aktualizovat výpočet!

### 3. Statické posouzení zateplení EPS/XPS tl. 100mm - betonový panel - výtahová šachta

Tepelný izolant (EPS/XPS) tloušťky 100mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (**min. 8ks/m<sup>2</sup>, na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: min. 4 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách**), dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro **zápustnou montáž** s velkou zátkou z EPS/XPS, hmoždinka délky min. **175mm**, s průměrem dířku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností **N<sub>Rk</sub>=1,38kN** stanovenou dle výtažných zkoušek, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min. **R<sub>panel</sub>=0,47kN** a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min. **R<sub>joint</sub>=0,36kN**. Pouzdro hmoždinky je polyetylenové, ocelový šroub nerezový nebo z galvanizované oceli. Talířek má únosnost min. 2,10kN a tuhost min. 0,70kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání min. 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Pro ověření statické únosnosti kotev byly provedeny výtažné zkoušky. Nutno ověřit nosný podklad pro kotvení. Při zjištění jiného materiálu než je beton, je nutno aktualizovat výpočet!

### 4. Statické posouzení zateplení EPS tl. 180mm - plynosilikát - fasáda

Tepelný izolant (EPS) tloušťky 180mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (**min. 6ks/m<sup>2</sup>, na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: min. 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách**), dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro **zápustnou montáž** s velkou zátkou z EPS, hmoždinka délky min. **275mm**, s průměrem dířku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 45mm, s charakteristickou únosností **N<sub>Rk</sub>=0,75kN** stanovenou výrobcem, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min. **R<sub>panel</sub>=0,47kN** a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min. **R<sub>joint</sub>=0,36kN**. Pouzdro hmoždinky je polyetylenové, ocelový šroub nerezový nebo z galvanizované oceli. Talířek má únosnost min. 2,10kN a tuhost min. 0,70kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány bez přiklepu se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání min. 70mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Pro ověření statické únosnosti kotev byly provedeny výtažné zkoušky. Nutno ověřit nosný podklad pro kotvení. Pro plynosilikátové zdivo nebyly provedeny výtažné zkoušky - předpoklad nové vyzdívky. Ve výpočtu je počítáno s vyzdívkami max. do 1.NP.

## 5. Statické zabezpečení zateplení MW tl. 180mm - betonový panel - požární pásy

Tepelný izolant (MW) tloušťky 180mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (**min. 8ks/m<sup>2</sup>, na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: min. 4 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách**), dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro **zápustnou montáž** s velkou zátkou z MW, hmoždinka délky min. **255mm**, s průměrem dřívku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností **N<sub>Rk</sub>=1,38kN** stanovenou dle výtažných zkoušek, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min. **R<sub>panel</sub>=0,48kN** a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min. **R<sub>joint</sub>=0,40kN**. Pouzdro hmoždinky je polyetylenové, ocelový šroub nerezový nebo z galvanizované oceli. Talířek má únosnost min. 2,10kN a tuhost min. 0,70kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání min. 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Pro ověření statické únosnosti kotev byly provedeny výtažné zkoušky. Nutno ověřit nosný podklad pro kotvení. Při zjištění jiného materiálu než je beton, je nutno aktualizovat výpočet!

## 6. Statické zabezpečení zateplení MW tl. 220mm - betonový panel - 1.PP

Tepelný izolant (MW) tloušťky 220mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (**min. 6ks/m<sup>2</sup>, na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: min. 2 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách**), dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro **zápustnou montáž** s velkou zátkou z MW, hmoždinka délky min. **275mm**, s průměrem dřívku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností **N<sub>Rk</sub>=1,38kN** stanovenou dle výtažných zkoušek, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min. **R<sub>panel</sub>=0,48kN** a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min. **R<sub>joint</sub>=0,40kN**. Pouzdro hmoždinky je polyetylenové, ocelový šroub nerezový nebo z galvanizované oceli. Talířek má únosnost min. 2,10kN a tuhost min. 0,70kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s přiklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání min. 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Pro ověření statické únosnosti kotev byly provedeny výtažné zkoušky. Nutno ověřit nosný podklad pro kotvení. Při zjištění jiného materiálu než je beton, je nutno aktualizovat výpočet!

## 7. Statické zabezpečení zateplení MW tl. 180/80mm - betonový panel - podhled lodžie

Podhled bude zateplen izolací z **MW tl. 180mm a 80mm**. Tato izolace bude plnoplošně přilepena k podkladu a kotvena do nosného podkladu z betonu pomocí šroubovacích hmoždinek s ocelovým šroubem délky **255mm (MW tl. 180mm), 155mm (MW tl. 80mm)** s průměrem dřívku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální hloubkou kotvení 25mm, s doporučenou únosností dle výrobce **N<sub>Rd</sub> = 1,5kN** (beton) v počtu **min. 6ks/m<sup>2</sup>** (na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: 2 v ploše, 4 ve spárách) s přidavným talířkem o průměru 140mm, dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Hmoždinky budou aplikovány předvrtáním s přiklepem. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro povrchovou montáž s malou uzavírací zátkou z MW (délky 23mm) a přidavným talířkem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce.

## 8. Statické zabezpečení zateplení FP tl. 100mm - betonový panel - stěny lodžie

Tepelný izolant (fenolická pěna) tloušťky 100mm bude ke konstrukci přilepen dle TP provádění certifikovaného systému a kotven plastovými hmoždinkami s ocelovým šroubem (**min. 8ks/m<sup>2</sup>, na plochu 1m<sup>2</sup> bude provedeno rozmístění hmoždinek: min. 4 v ploše v místě lepidla, 4 ve spárách**), dle specifických pokynů výrobce či dodavatele KZS. Ve výpočtu je navrženo použití hmoždinek pro **zápustnou montáž** s velkou zátkou z fenolické pěny, hmoždinka délky min. **175mm** s průměrem dřívku 8mm, průměr talířku 60mm, s minimální kotevní hloubkou 25mm, s charakteristickou únosností  **$N_{Rk}=1,38kN$**  stanovenou dle výtažných zkoušek, s průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou v ploše desky tepelné izolace min.  **$R_{panel}=0,70kN$**  a průměrnou hodnotou odolnosti proti protažení na jednu hmoždinku umístěnou ve spárách mezi deskami tepelné izolace min.  **$R_{joint}=0,60kN$** . Pouzdro hmoždinky je polyetylenové, ocelový šroub nerezový nebo z galvanizované oceli. Talířek má únosnost min. 2,10kN a tuhost min. 0,70kN/mm. Hmoždinky budou předvrtány s příklepem se jmenovitým průměrem vrtáku 8mm a s hloubkou vrtání min. 50mm. Výše uvedené hodnoty jsou definovány v ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Minimální počet a délka hmoždinek je ověřen statickým výpočtem dle ČSN EN 1991-1-4 zatížení větrem. Při provádění je nutno dodržet technologická pravidla výrobce dle dokumentace ETA. Pro ověření statické únosnosti kotev byly provedeny výtažné zkoušky. Nutno ověřit nosný podklad pro kotvení. Při zjištění jiného materiálu než je beton, je nutno aktualizovat výpočet!

## 9. Statické zhodnocení zatížení na plochou střechu

Střecha je zateplena EPS tl. 240 mm. Výtahová šachta je zateplena EPS tl. 50-170mm. Původní souvrství střechy bude opraveno a očištěno. Původní střecha je tvořena ŽB panelem, tepelnou izolací 2x50mm, vzduchovou mezerou 260-630mm, betonovou deskou s kari sítí podepřenou ŽB trámy, souvrství asfaltové lepenky. Na toto stávající souvrství bude provedena asfaltová penetrace s asfaltovými pásy, zateplení EPS tl. 240mm, separační geotextilie a střešní krytina. Bylo provedeno stanovení zatížení větrem působícího na střešní konstrukci dle ČSN EN 1991-1-4, které slouží jako vstupní parametr pro navrhování **kotevního podtlakového systému**. Ve výpočtu bylo ověřeno sání větru - před realizací bude provedena kontrola hodnot s tímto výpočtem. Střecha je rozdělena do větrných oblastí F, G a H (viz schéma níže). **Oblast F má velikost 10,770x2,900m**. Rozměry oblastí G a H se odvíjí od vzdáleností mezi oblastmi F. Návrh a posouzení kotevního systému není součástí statického posouzení. Návrh kotvení bude proveden výrobcem na základě zatížení od větru uvedeného v tomto statickém výpočtu. Vrstvy izolací na střeše budou kotveny dle technologie prováděcí firmy. Zatížení od větru je uvedeno v návrhových hodnotách tedy včetně součinitelů bezpečnosti. Před realizací je nutné ověřit všechny předpoklady pro proveditelnost navrženého řešení. Ověření těchto předpokladů zajistí dodavatel. Dodavatel zároveň zajistí provedení všech nezbytných zkoušek potřebných pro ověření vhodnosti návrhu a podmínek realizace.

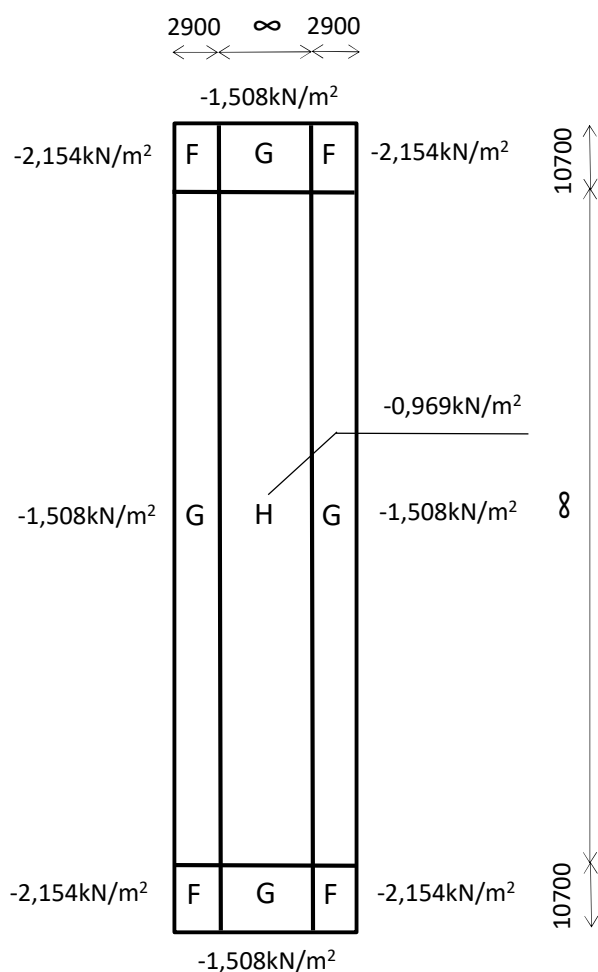


Schéma ploché střechy s návrhovým zatížením od větru, kóty uvedeny v mm

#### 10. Statické zabezpečení překotvení sendvičových panelů

S ohledem na přetížení stávající nosné konstrukce sendvičových panelů je nutné dodatečně přikotvit venkovní betonové panely k vnitřním pomocí ocelových svorníkových kotev, které budou posouzeny na kombinaci smykové a tahové síly. Na panel působí zatížení od sání větru a skladby nové konstrukce zateplení. Pro všechny typy panelů budou spočteny minimální vzdálenosti kotev. Pro kotvení jsou předběžně navrženy svorníkové ocelové kotvy M16 celkové délky 260mm. Svorníková kotva je galvanicky pozinkovaná s třídou pevnosti ocele 5.8, průměr vrtáku 16mm, užitná délka max 140/155mm (pro železobetonový panel tl. 150mm - betonová vrstva tl. 70mm, tepelná izolace tl. 80mm), redukovaná kotevní hloubka 65mm, pevnost v tahu  $f_{uk} = 1000\text{N/mm}^2$ , krouticí moment  $T_{inst} = 100\text{Nm}$ , závit délky 100mm a podložka - 30x3mm. Při dotahování šestihranné matice se kuželový svorník vtahuje do rozpěrného pásu a ukotví se rozepnutím proti stěně vrtaného otvoru. Kotvy budou navrženy v rámci dodavatelské dokumentace.

## **STATICKÉ ZAJIŠTĚNÍ A PŘÍPRAVA PODKLADU**

### **1) Popis stávajícího stavu**

Fasáda řešeného bytového domu má původní omítku, která vykazuje poškození odpovídající stáří fasády. Z čelních stran panelového domu jsou situovány lodžie.

### **2) Popis provedených zkoušek a vyhodnocení**

V rámci projektové přípravy byly provedeny zkoušky přídržnosti s požadavkem na standardní soudržnost podkladu 200kPa s tím, že nejmenší požadovaná přídržnost k podkladu je 80kPa. Provedené zkoušky prokázaly požadovanou přídržnost k podkladu.

### **3) Popis postupu statického zajištění a přípravy podkladu pro instalaci KZS**

Po zahájení realizace je nutno provést kompletní očištění fasády tlakovou vodou tak, aby byl povrch zbaven všech nečistot, mastnoty, biologických nečistot, všech volně se oddělujících vrstev, případně materiálů, které se rozpouští ve vodě. Pokud se v rámci čištění projeví místa s nesoudržným podkladem, je třeba nesoudržný povrch kompletně odstranit až na úroveň soudržného podkladu a provést požadovaná opatření. Je nutno provést kompletní odstranění nesoudržných vrstev až na soudržný podklad (beton/plynosilikátové zdivo). Následně je nutno provést opakované očištění povrchu tlakovou vodou.



1. **Statické posouzení zateplení XPS/EPS tl. 220mm - beton - do výšky 2m nad teré**  
Norma ČSN 732902  
Posouzení kotvení tepelné izolace z XPS

**Rozměry budovy**

Šířka        b = 11,60 m  
Délka       d = 43,06 m  
Výška       h = 17,00 m

**Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A        *beton*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky         $N_{Rk,1} = 1,38 \quad \text{kN}$

**Izolant 220mm**

Navržená délka kotvy        L = 275 mm

**Výpočet zatížení**

**Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde                                 $c_{dir} = 1,0$   
    $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

*Místní vlivy*

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 19,57 \text{ m/s}$$

kde                                 $c_0(z) = 1,0$                                 (*součinitel ortografie*)  
    $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,870$                                 (*součinitel drsnosti*)  
kde                                 $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$                                 (*součinitel terénu*)

Kategorie terénu III :         $z_0 = 0,3 \text{ m}$   
    $z_{min} = 5 \text{ m}$   
    $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,654 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,248$                                 (*intenzita turbulence*)  
kde                                 $k_1 = 1,0$                                 (*součinitel turbulence*)  
    $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$                                 (*měrná hmotnost vzduchu*)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 17,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 34 \text{ m}$$

$$e/5 = 6,8 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 1,466$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,523$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -1,047 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,850 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,523 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,473 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,458 \text{ kNm}^{-2}$$

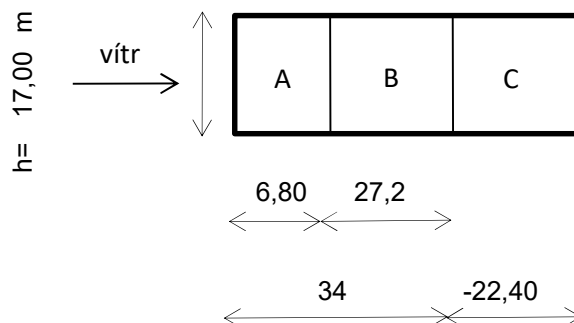
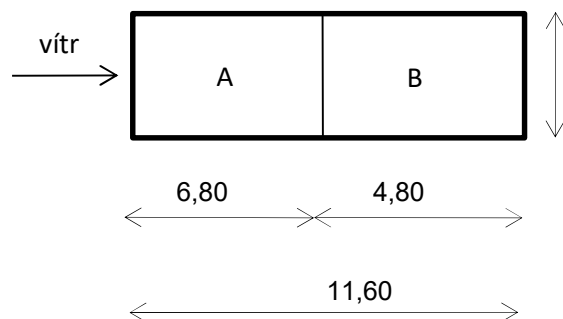
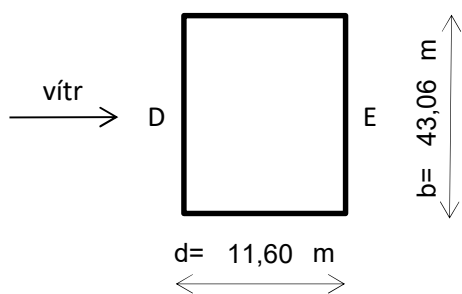
$$w_A = -0,719 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,523 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,850 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,146 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,131 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 11,60 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,32 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,395$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,339$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -1,047 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,850 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,458 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,523 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,352 \text{ kNm}^{-2}$$

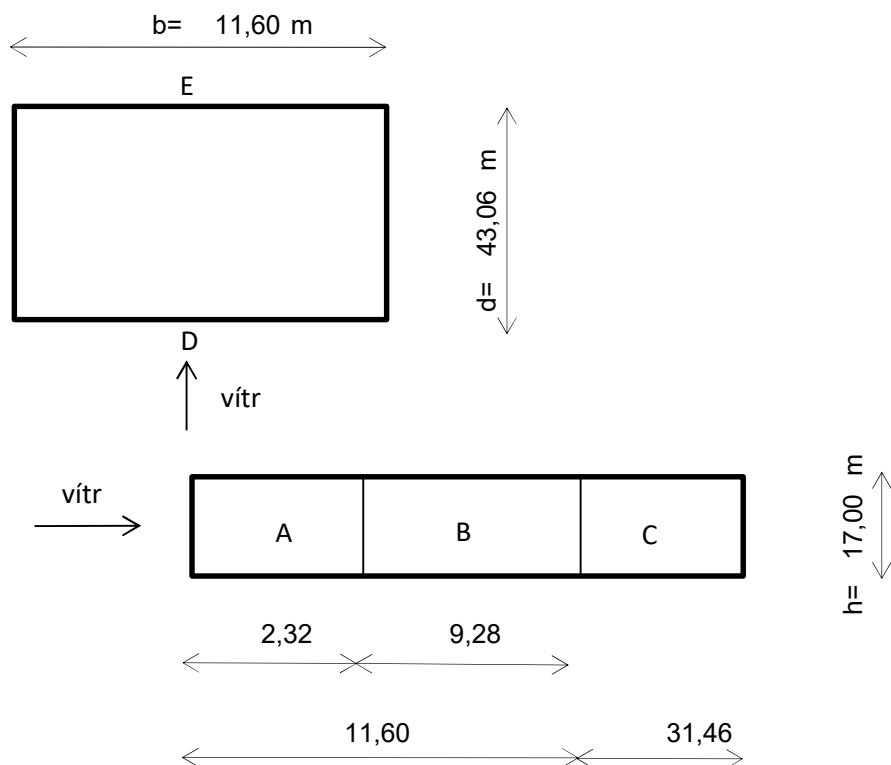
$$w_A = -0,719 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,523 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,131 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,850 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,025 \text{ kNm}^{-2}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání  
Oblast A  $w_{d,A} = -1,570 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami  $8\text{ks/m}^2$  (4 v ploše, 4 ve spárách).**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{RK}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do XPS}$$

$$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do XPS}$$

$$k_k = 0,8$$

$$n_{\text{panel}} = 2 \quad \text{počet kotev v ploše}$$

$$n_{\text{joint}} = 4 \quad \text{počet kotev ve spárách}$$

$$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2 \quad \text{XPS}$$

$$\gamma_{\text{Mc}} = 1,3 \quad \text{vnější betonová vrstva sendvičových stěnových panelů}$$

$$N_{\text{RK}} = 1,38 \text{ kN} \quad \text{z výtažných zkoušek}$$

$$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = 6,369 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (2)}$$

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 1,570 \text{ kN/m}^2$	..... vyhovuje
---	----------------

### Izolant 220mm

Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků  $8\text{ks/m}^2$ .

Hodnoty únosností stanoveny výtažnými zkouškami.

### Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce

$$\text{Minimální délka } L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 275 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 220 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka kotvení } h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{tloušťka nenosné vrstvy } a_1 = 10 \text{ mm}$$

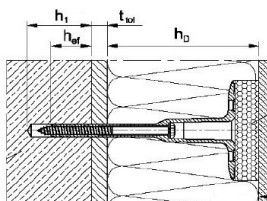
$$\text{tloušťka vrstvy lepícího tmelu } a_2 = 20 \text{ mm}$$

$$\text{celková tloušťka nenosné vrstvy } t_{\text{tol}} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka vrtání } h_1 = 50 \text{ mm}$$

$$L_{a,\text{min}} < L_a$$

$275 \text{ mm} < 275 \text{ mm}$	..... vyhovuje
-----------------------------------	----------------



## 2. Statické posouzení zateplení EPS tl. 180mm - betonový panel - fasáda

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

### Rozměry budovy

Šířka  $b = 11,60 \text{ m}$   
Délka  $d = 43,06 \text{ m}$   
Výška  $h = 20,83 \text{ m}$

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *beton*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{Rk,1} = 1,38 \text{ kN}$

### **Izolant 180mm**

Navržená délka kotvy  $L = 235 \text{ mm}$

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$   
 $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 20,55 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (*součinitel ortografie*)  
 $c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,913$  (*součinitel drsnosti*)  
kde  $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (*součinitel terénu*)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,700 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,236$  (*intenzita turbulence*)  
kde  $k_1 = 1,0$  (*součinitel turbulence*)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (*měrná hmotnost vzduchu*)

Referenční výška  $z_e$ :

$$z_e = \max(h, z_{\min}) = 20,83 \text{ m}$$

### Příčný vítr

$$\begin{aligned} e &= \min(b; 2h) = 41,66 \text{ m} \\ e/5 &= 8,332 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C} \end{aligned}$$

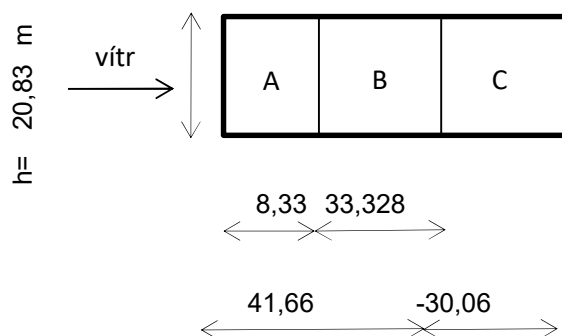
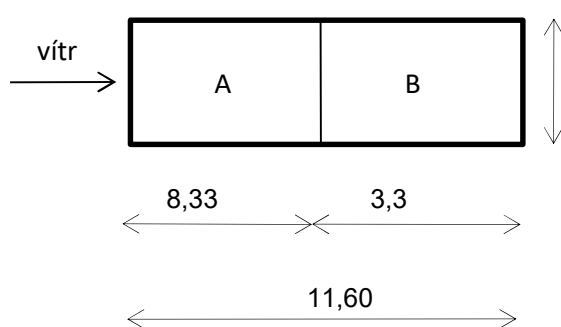
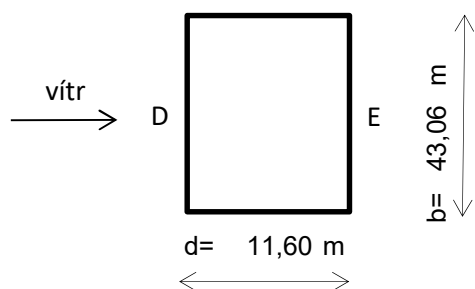
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 1,796 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,540 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -1,119 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,910 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,560 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,518 \text{ kNm}^{-2} \\ w_c &= -0,490 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,770 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,560 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,910 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,168 \text{ kNm}^{-2} \\ w_c &= -0,140 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 11,60 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,32 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,484$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,362$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -1,119 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,490 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,393 \text{ kNm}^{-2}$$

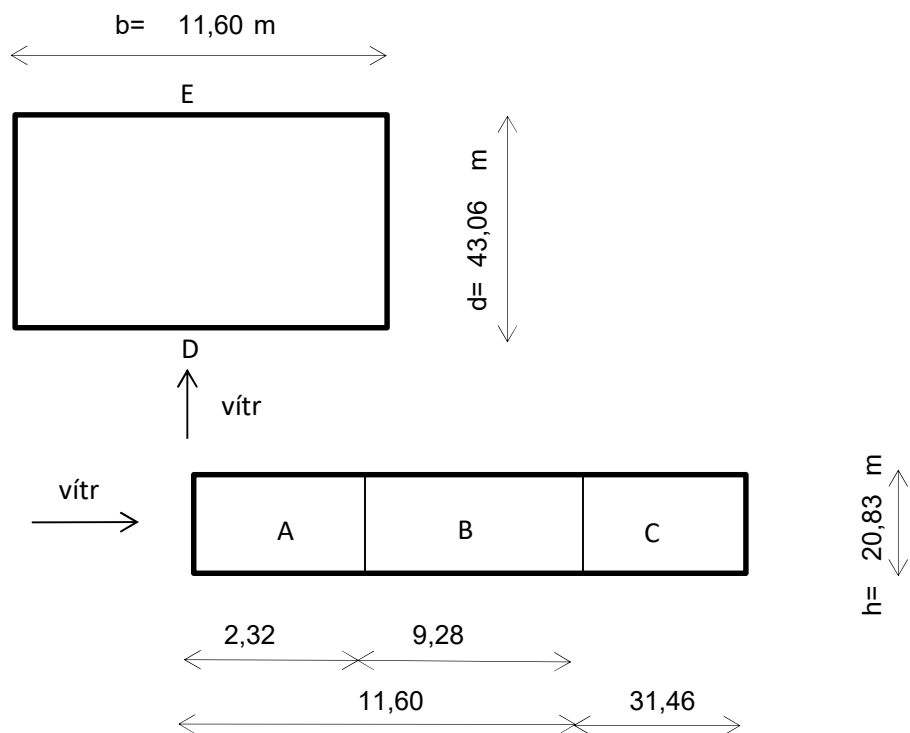
$$w_A = -0,770 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,140 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,044 \text{ kNm}^{-2}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání  
Oblast A  $w_{d,A} = -1,679 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami  $8\text{ks/m}^2$  (4 v ploše, 4 ve spárách).**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{RK}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do EPS}$$

$$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do EPS}$$

$$k_k = 0,8$$

$$n_{\text{panel}} = 4 \quad \text{počet kotev v ploše}$$

$$n_{\text{joint}} = 4 \quad \text{počet kotev ve spárách}$$

$$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2 \quad \text{pěnový polystyren}$$

$$\gamma_{\text{Mc}} = 1,3 \quad \text{vnější betonová vrstva sendvičových stěnových panelů}$$

$$N_{\text{RK}} = 1,38 \text{ kN} \quad \text{z výtažných zkoušek}$$

$$R_d = 2,213 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = 8,492 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (2)}$$

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

$R_d = 2,213 \text{ kN/m}^2 > 1,679 \text{ kN/m}^2$	..... vyhovuje
---	----------------

**Izolant 180mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků  $8\text{ks/m}^2$ .**

**Hodnoty únosností stanoveny výtažnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

$$\text{Minimální délka } L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 180 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka kotvení } h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{tloušťka nenosné vrstvy } a_1 = 10 \text{ mm}$$

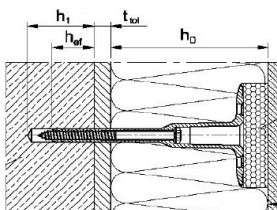
$$\text{tloušťka vrstvy lepícího tmelu } a_2 = 20 \text{ mm}$$

$$\text{celková tloušťka nenosné vrstvy } t_{\text{tol}} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka vrtání } h_1 = 50 \text{ mm}$$

$$L_{a,\text{min}} < L_a$$

$235 \text{ mm} < 235 \text{ mm}$	..... vyhovuje
-----------------------------------	----------------





### 3. Statické posouzení zateplení EPS/XPS tl. 100mm - betonový panel - výtahová šachta

Norma ČSN 732902  
Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS/XPS

#### Rozměry budovy

Šířka  $b = 11,60$  m  
Délka  $d = 43,06$  m  
Výška  $h = 22,58$  m

#### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *beton*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{RK,1} = 1,38$  kN

#### **Izolant 100mm**

Navržená délka kotvy  $L = 175$  mm

#### **Výpočet zatížení**

##### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$   
 $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 20,94 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (*součinitel ortografie*)  
 $c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,931$  (*součinitel drsnosti*)  
kde  $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (*součinitel terénu*)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$
$$z_{min} = 5 \text{ m}$$
$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,718 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,231$  (*intenzita turbulence*)  
kde  $k_1 = 1,0$  (*součinitel turbulence*)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (*měrná hmotnost vzduchu*)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 22,58 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 43,06 \text{ m}$$

$$e/5 = 8,612 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 1,947$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,547$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -1,149 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,933 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,574 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,537 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,503 \text{ kNm}^{-2}$$

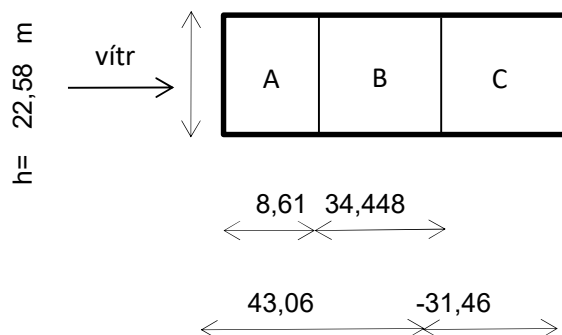
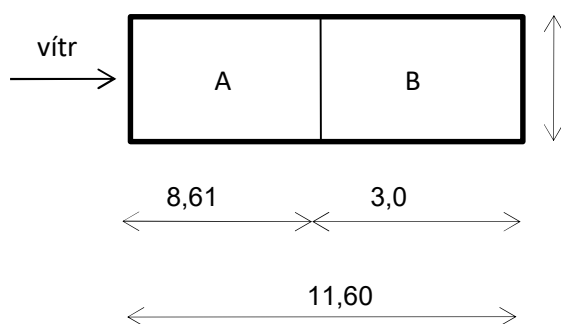
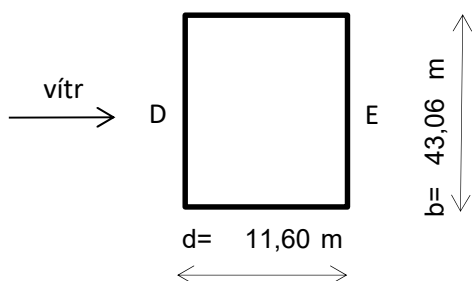
$$w_A = -0,790 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,574 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,933 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,178 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,144 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 11,60 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,32 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

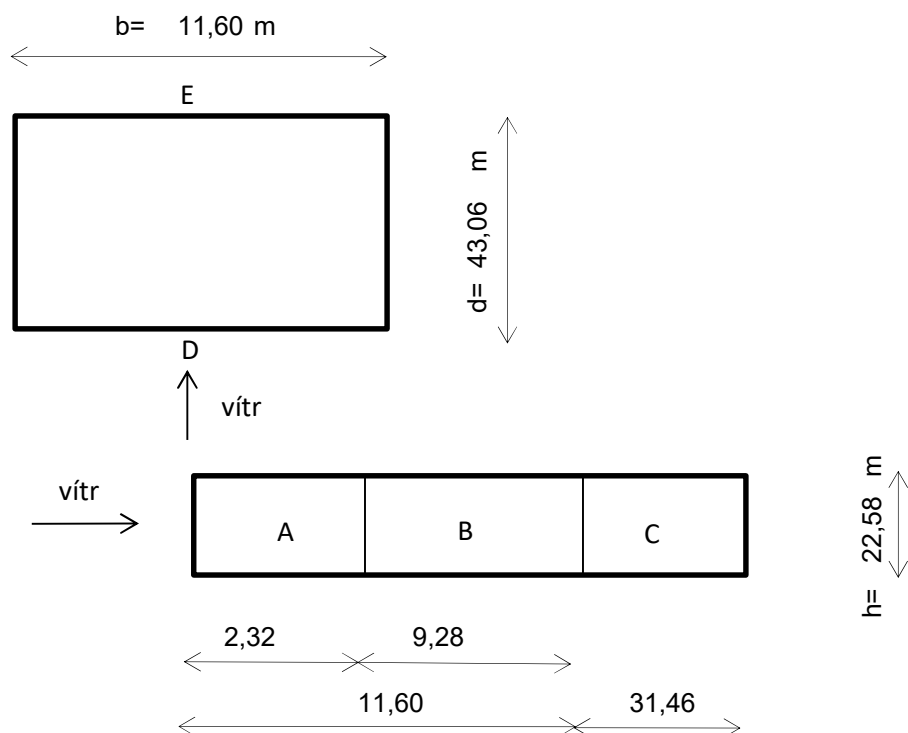
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,524 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,373 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -1,149 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,933 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,503 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,574 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,412 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,790 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,574 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,144 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,933 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,053 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání  
Oblast A  $w_{d,A} = -1,723 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami  $8\text{ks/m}^2$  (4 v ploše, 4 ve spárách).**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{RK}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do EPS/XPS}$$

$$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do EPS/XPS}$$

$$k_k = 0,8$$

$$n_{\text{panel}} = 4 \quad \text{počet kotev v ploše}$$

$$n_{\text{joint}} = 4 \quad \text{počet kotev ve spárách}$$

$$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2 \quad \text{pěnový polystyren}$$

$$\gamma_{\text{Mc}} = 1,3 \quad \text{vnější betonová vrstva sendvičových stěnových panelů}$$

$$N_{\text{RK}} = 1,38 \text{ kN} \quad \text{z výtažných zkoušek}$$

$$R_d = 2,213 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = 8,492 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (2)}$$

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

$R_d = 2,213 \text{ kN/m}^2 > 1,723 \text{ kN/m}^2$	..... vyhovuje
---	----------------

**Izolant 100mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků  $8\text{ks/m}^2$ .**

**Hodnoty únosností stanoveny výtažnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

$$\text{Minimální délka } L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 175 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 100 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka kotvení } h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{tloušťka nenosné vrstvy } a_1 = 30 \text{ mm}$$

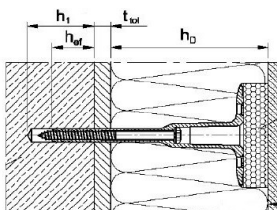
$$\text{tloušťka vrstvy lepícího tmelu } a_2 = 20 \text{ mm}$$

$$\text{celková tloušťka nenosné vrstvy } t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka vrtání } h_1 = 50 \text{ mm}$$

$$L_{a,\text{min}} < L_a$$

$175 \text{ mm} < 175 \text{ mm}$	..... vyhovuje
-----------------------------------	----------------



**4. Statické posouzení zateplení EPS tl. 180mm - plynosilikát - fasáda**  
 Norma ČSN 732902  
Posouzení kotvení tepelné izolace z EPS

**Rozměry budovy**

Šířka        b = 11,60 m  
 Délka       d = 43,06 m  
 Výška       h = 3,00 m

**Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : E        *plynosilikát*

Únosnost jedné kotvy dle výrobce

$$N_{Rk,1} = 0,75 \quad \text{kN}$$

**Izolant 180mm**

Navržená délka kotvy

$$L = 275 \quad \text{mm}$$

**Výpočet zatížení**

**Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$   
 $c_{season} = 1,0$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 13,63 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (*součinitel ortografie*)  
 $c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,606$  (*součinitel drsnosti*)  
 kde  $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (*součinitel terénu*)

Kategorie terénu III :

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,405 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_I / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,355$  (*intenzita turbulence*)  
 kde  $k_I = 1,0$  (*součinitel turbulence*)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (*měrná hmotnost vzduchu*)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 6 \text{ m}$$

$$e/5 = 1,2 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,259$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,302$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,648 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,527 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,324 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,204 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,284 \text{ kNm}^{-2}$$

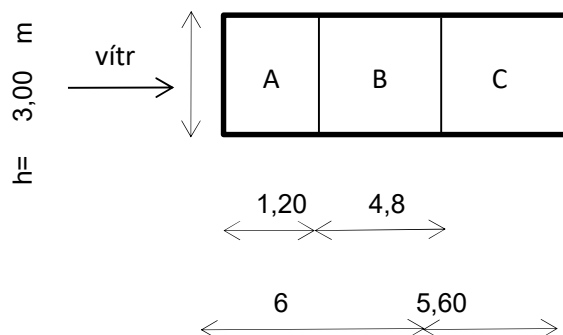
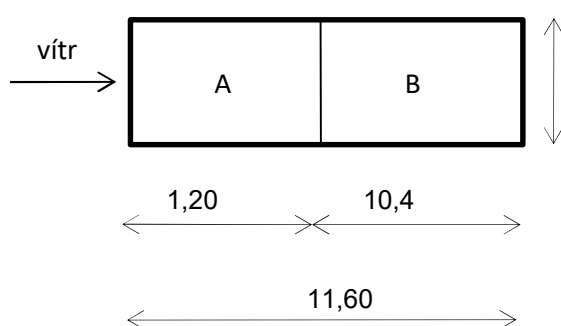
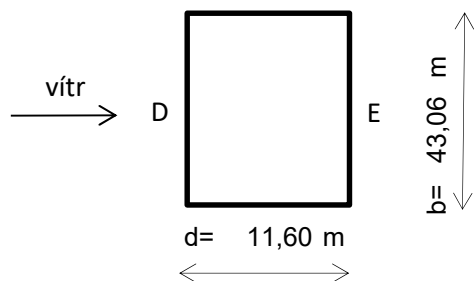
$$w_A = -0,446 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,324 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,527 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,001 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,081 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 6,00 \text{ m}$$

$$e/5 = 1,2 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

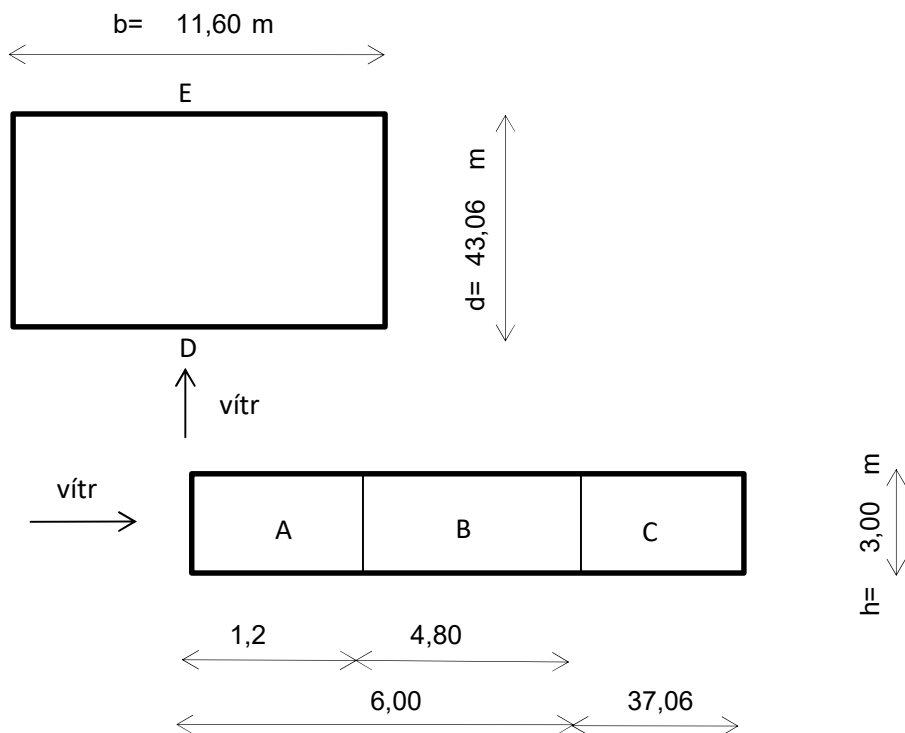
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,070 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,300 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,648 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,527 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,284 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,324 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,203 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,446 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,324 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,081 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,527 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,000 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání  
Oblast A  $w_{d,A} = -0,973 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami  $6\text{ks/m}^2$  (2 v ploše, 4 ve spárách).**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{Rk}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$$R_{\text{panel}} = 0,47 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do EPS}$$

$$R_{\text{joint}} = 0,36 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do EPS}$$

$$k_k = 0,8$$

$$n_{\text{panel}} = 2 \quad \text{počet kotev v ploše}$$

$$n_{\text{joint}} = 4 \quad \text{počet kotev ve spárách}$$

$$\gamma_{\text{Mb}} = 1,2 \quad \text{pěnový polystyren}$$

$$\gamma_{\text{Mc}} = 1,5 \quad \text{plynosilikát}$$

$$N_{\text{Rk}} = 0,75 \text{ kN} \quad \text{dle výrobce}$$

$$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = 3,000 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (2)}$$

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

$R_d = 1,587 \text{ kN/m}^2 > 0,973 \text{ kN/m}^2$	..... vyhovuje
---	----------------

**Izolant 180mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků  $6\text{ks/m}^2$ .**

**Hodnoty únosností stanoveny dle výrobce.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

$$\text{Minimální délka } L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 275 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 180 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka kotvení } h_{\text{ef}} = 45 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{tloušťka nenosné vrstvy } a_1 = 30 \text{ mm}$$

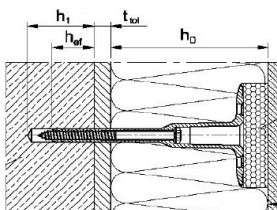
$$\text{tloušťka vrstvy lepícího tmelu } a_2 = 20 \text{ mm}$$

$$\text{celková tloušťka nenosné vrstvy } t_{\text{tol}} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka vrtání } h_1 = 70 \text{ mm}$$

$$L_{a,\text{min}} < L_a$$

$275 \text{ mm} < 275 \text{ mm}$	..... vyhovuje
-----------------------------------	----------------





## 5. Statické posouzení zateplení MW tl. 180mm - betonový panel - požární pásy

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z MW

### Rozměry budovy

Šířka  $b = 11,60 \text{ m}$

Délka  $d = 43,06 \text{ m}$

Výška  $h = 20,83 \text{ m}$

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *beton*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{Rk,1} = 1,38 \text{ kN}$

**Izolant 180mm**

Navržená délka kotvy  $L = 235 \text{ mm}$

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$

$$c_{season} = 1,0$$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 20,55 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (součinitel ortografie)

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,913 \text{ (součinitel drsnosti)}$$

kde  $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,700 \text{ kNm}^{-2}$$

$$\text{kde } I_v(z) = k_I / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,236 \text{ (intenzita turbulence)}$$

kde  $k_I = 1,0$  (součinitel turbulence)

$$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3} \text{ (měrná hmotnost vzduchu)}$$

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 20,83 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 41,66 \text{ m}$$

$$e/5 = 8,332 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 1,796$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,540$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -1,119 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,518 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,490 \text{ kNm}^{-2}$$

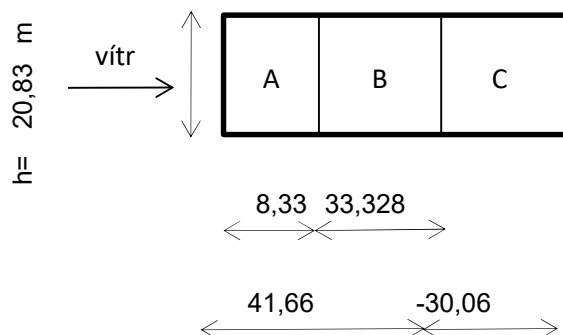
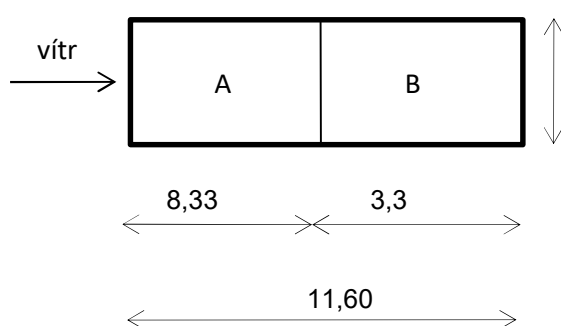
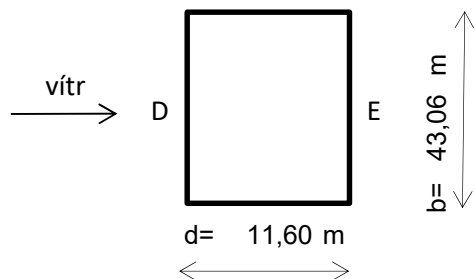
$$w_A = -0,770 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,168 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,140 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 11,60 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,32 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

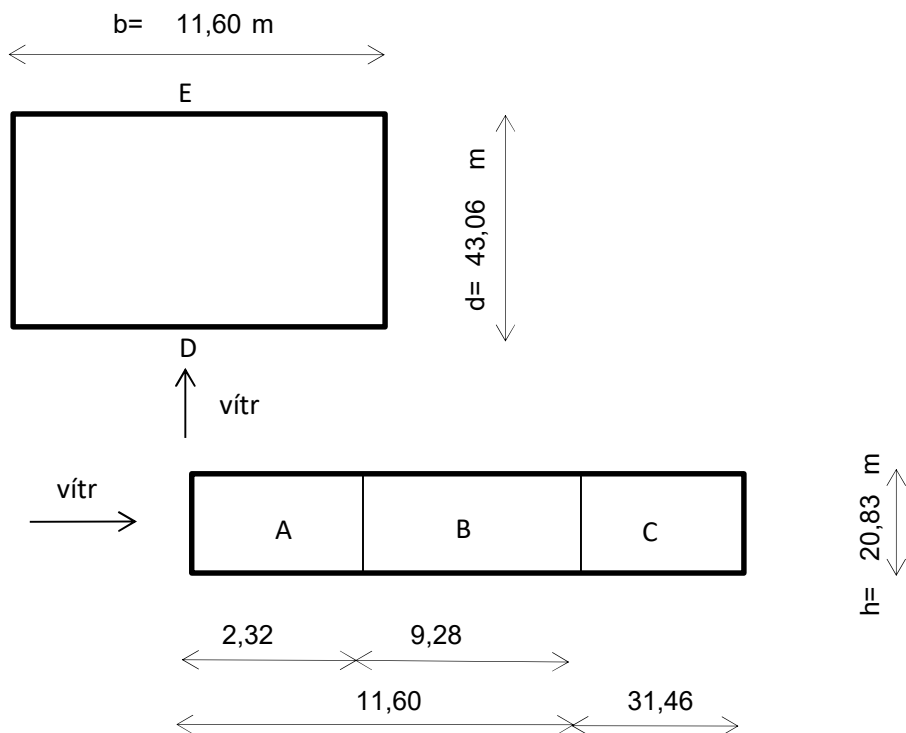
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,484 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,362 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -1,119 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,910 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,490 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,560 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,393 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,770 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,560 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,140 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,910 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,044 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání  
Oblast A  $w_{d,A} = -1,679 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami  $8\text{ks/m}^2$  (4 v ploše, 4 ve spárách).**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{RK}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$$R_{\text{panel}} = 0,48 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do MW}$$

$$R_{\text{joint}} = 0,40 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do MW}$$

$$k_k = 0,8$$

$$n_{\text{panel}} = 4 \quad \text{počet kotev v ploše}$$

$$n_{\text{joint}} = 4 \quad \text{počet kotev ve spárách}$$

$$\gamma_{\text{Mb}} = 1,5 \quad \text{minerální vlna}$$

$$\gamma_{\text{Mc}} = 1,3 \quad \text{vnější betonová vrstva sendvičových stěnových panelů}$$

$$N_{\text{RK}} = 1,38 \text{ kN} \quad \text{z výtažných zkoušek}$$

$$R_d = 1,877 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = 8,492 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (2)}$$

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

$R_d = 1,877 \text{ kN/m}^2 > 1,679 \text{ kN/m}^2$	..... vyhovuje
---	----------------

**Izolant 180mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků  $8\text{ks/m}^2$ .**

**Hodnoty únosností stanoveny výtažnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

$$\text{Minimální délka } L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 235 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 180 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka kotvení } h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{tloušťka nenosné vrstvy } a_1 = 10 \text{ mm}$$

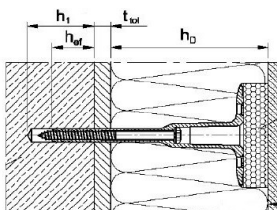
$$\text{tloušťka vrstvy lepícího tmelu } a_2 = 20 \text{ mm}$$

$$\text{celková tloušťka nenosné vrstvy } t_{\text{tol}} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka vrtání } h_1 = 50 \text{ mm}$$

$$L_{a,\text{min}} < L_a$$

$235 \text{ mm} < 235 \text{ mm}$	..... vyhovuje
-----------------------------------	----------------



Norma ČSN 732902  
Posouzení kotvení tepelné izolace z MW

## Rozměry budovy

Šířka	b =	11,60	m
Délka	d =	43,06	m
Výška	h =	0,60	m

## Vlastnosti kotev

Kategorie použití : A      *beton*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{Rk,1} = 1,38 \text{ kN}$

**Izolant 220mm**

Navržená délka kotvy  $L = 275 \text{ mm}$

## Výpočet zatížení

## Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

**Základní rychlost větru:**

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

$$kde \quad c_{dir} = 1,0$$

$$c_{season} = 1,0$$

**Základní tlak větru:**

$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

## Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$\begin{aligned} v_m(z) &= c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 13,63 \text{ m/s} \\ \text{kde } c_0(z) &= 1,0 \quad (\text{součinitel ortografie}) \\ c_r(z) &= k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,606 \quad (\text{součinitel drsnosti}) \\ \text{kde } k_r &= 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215 \quad (\text{součinitel terénu}) \end{aligned}$$

Kategorie terénu III :

$z_0$	=	0,3	m
$z_{\min}$	=	5	m
$z_{0,II}$	=	0,05	m

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2 = 0,405 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,355$  (intenzita turbulence)  
 kde  $k_1 = 1,0$  (součinitel turbulence)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

*Referenční výška  $z_e$ :*

$$z_e = \max(h, z_{\min}) = 5,00 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,2 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,24 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,052$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,300$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -0,648 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,527 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,324 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,203 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,284 \text{ kNm}^{-2}$$

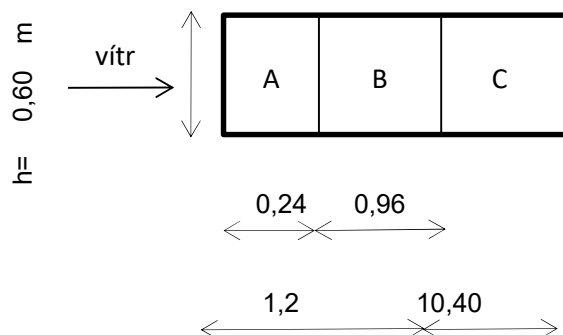
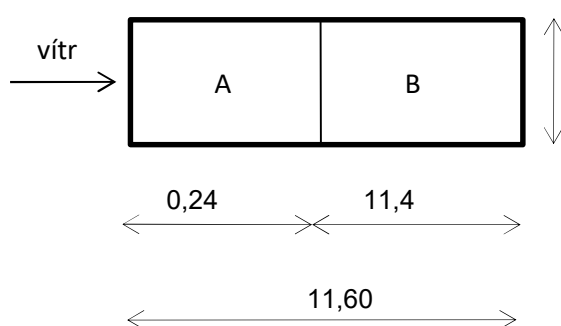
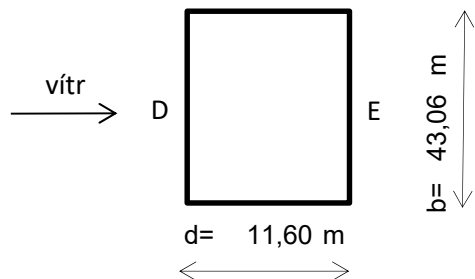
$$w_A = -0,446 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,324 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,527 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = 0,000 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_c = -0,081 \text{ kNm}^{-2}$$



## Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 1,20 \text{ m}$$

$$e/5 = 0,24 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

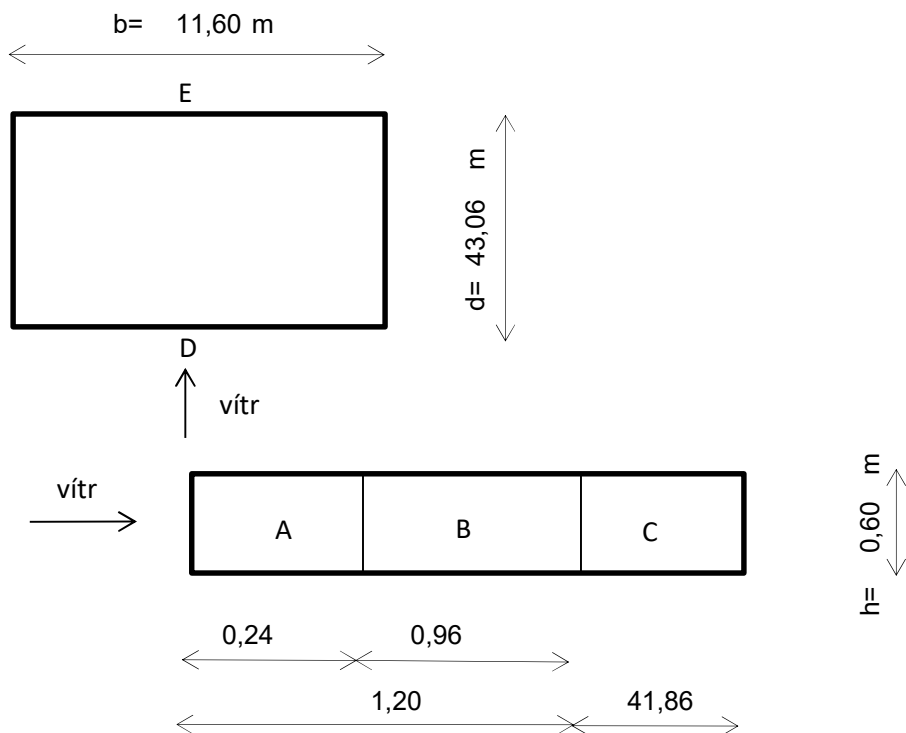
$$\begin{aligned} c_{pe}^A &= -1,400 & c_{pi}^+ &= 0,2 & h/d &= 0,014 \\ c_{pe}^B &= -1,100 & c_{pi}^- &= -0,3 \\ c_{pe}^C &= -0,500 \\ c_{pe}^D &= 1,000 \\ c_{pe}^E &= -0,300 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,648 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,527 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,284 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,324 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= -0,203 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_A &= -0,446 \text{ kNm}^{-2} \\ w_B &= -0,324 \text{ kNm}^{-2} \\ w_C &= -0,081 \text{ kNm}^{-2} \\ w_D &= 0,527 \text{ kNm}^{-2} \\ w_E &= 0,000 \text{ kNm}^{-2} \end{aligned}$$



## Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání  
Oblast A  $w_{d,A} = -0,973 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami  $6\text{ks/m}^2$  (2 v ploše, 4 ve spárách).**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{\text{Mb}} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{\text{RK}} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{\text{Mc}} \quad \text{vzorec (2)}$$

$$R_{\text{panel}} = 0,48 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do MW}$$

$$R_{\text{joint}} = 0,40 \text{ kN} \quad \text{pro zápusťnou montáž do MW}$$

$$k_k = 0,8$$

$$n_{\text{panel}} = 2 \quad \text{počet kotev v ploše}$$

$$n_{\text{joint}} = 4 \quad \text{počet kotev ve spárách}$$

$$\gamma_{\text{Mb}} = 1,5 \quad \text{minerální vlna}$$

$$\gamma_{\text{Mc}} = 1,3 \quad \text{vnější betonová vrstva sendvičových stěnových panelů}$$

$$N_{\text{RK}} = 1,38 \text{ kN} \quad \text{z výtažných zkoušek}$$

$$R_d = 1,365 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = 6,369 \text{ kN/m}^2 \quad \text{vzorec (2)}$$

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

$R_d = 1,365 \text{ kN/m}^2 > 0,973 \text{ kN/m}^2$	..... vyhovuje
---	----------------

**Izolant 220mm**

**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků  $6\text{ks/m}^2$ .**

**Hodnoty únosností stanoveny výtažnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

$$\text{Minimální délka } L_{a,\text{min}} = h_D + h_{\text{ef}} + t_{\text{tol}} = 275 \text{ mm}$$

$$\text{kde tloušťka izolace } h_D = 220 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka kotvení } h_{\text{ef}} = 25 \text{ mm (dle výrobce)}$$

$$\text{tloušťka nenosné vrstvy } a_1 = 10 \text{ mm}$$

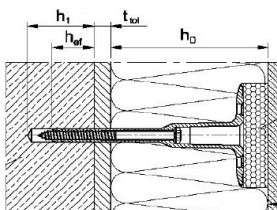
$$\text{tloušťka vrstvy lepícího tmelu } a_2 = 20 \text{ mm}$$

$$\text{celková tloušťka nenosné vrstvy } t_{\text{tol}} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{hloubka vrtání } h_1 = 50 \text{ mm}$$

$$L_{a,\text{min}} < L_a$$

$275 \text{ mm} < 275 \text{ mm}$	..... vyhovuje
-----------------------------------	----------------





## 7. Statické zabezpečení zateplení MW tl. 180/80mm - betonový panel - pohled

Strop ložnice bude zateplen MW tl. 180/80mm. Tato izolace bude k podkladu plnoplošně přilepena tmelem a kotvena pomocí talířových hmoždinek v kombinaci s izolačními talířky.

### MW tl. 180mm

#### Vlastnosti kotev

Navrženy plastové hmoždinky s ocelovým šroubem délky 255mm v počtu 6ks/m<sup>2</sup> a přidavný talíř

zatížení jedné kotvy dle výrobce  $N_{Rd,1} = 1,5 \text{ kN (beton)}$

Navržená délka kotvy  $L = 255 \text{ mm}$

Výpočet zatížení	tl. [mm]	$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	
Izolace	180	160		0,29
Omítka + lepidlo (cca odhad)				0,11
Vítr tlak				0,21
			$g_d =$	<b>0,60 kNm<sup>-2</sup></b>

#### Posudek kotvení

počet kotev  $n = 6$   
 charakteristická únosnost kotvy  $N_{Rk,1} = 1,5 \text{ kN}$   
 součinitel  $\gamma_M = 3,0$

únosnost 6 kotev  $N_R = n \cdot N_{Rk,1} / \gamma_M = 3,000 \text{ kN}$

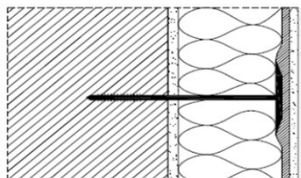
$R_d = 3,000 \text{ kN/m}^2 > 0,603 \text{ kN/m}^2$	..... vyhovuje
---	----------------

#### Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce

Minimální délka  $L_{a,min} = h_D + h_{nom} + a_1 + a_2 = 255 \text{ mm}$   
 kde tloušťka izolace  $h_D = 180 \text{ mm}$   
 minimální hloubka kotvení  $h_{ef} = 25 \text{ mm (dle výrobce)}$   
 tloušťka vrstvy lepicího tmelu  $a_1 = 20 \text{ mm}$   
 max. tloušťka vrstvy neúnosné omítky  $a_2 = 30 \text{ mm}$   
 hloubka vrtání  $h_1 = 50 \text{ mm}$

$L_{a,min} < L_a$

<b>255 mm</b>	$\leq$	<b>255 mm</b>	..... vyhovuje
---------------	--------	---------------	----------------



$h_{ef} = 25 \text{ mm}$        $h_D = 180 \text{ mm}$   
 $a = a_1 + a_2 = 50 \text{ mm}$

## 8. Statické posouzení zateplení fenolickou pěnou tl. 100mm - betonový panel - stěny lodžie

Norma ČSN 732902

Posouzení kotvení tepelné izolace z fenolické pěny

### Rozměry budovy

Šířka  $b = 11,60 \text{ m}$

Délka  $d = 43,06 \text{ m}$

Výška  $h = 20,83 \text{ m}$

### **Vlastnosti kotev**

Kategorie použití : A *beton*

Únosnost jedné kotvy z výtažné zkoušky  $N_{Rk,1} = 1,38 \text{ kN}$

### **Izolant 100mm**

Navržená délka kotvy  $L = 175 \text{ mm}$

### **Výpočet zatížení**

#### **Výpočet účinků větru**

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru:

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

*Základní rychlost větru:*

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$

$$c_{season} = 1,0$$

*Základní tlak větru:*

$$q_b = 0,5 * \rho * v_b^2 = 316,41 \text{ Pa}$$

Místní vlivy

*Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:*

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 20,55 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,0$  (součinitel ortografie)

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,913 \text{ (součinitel drsnosti)}$$

kde  $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

*Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$ :*

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,700 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_t / [c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)] = 0,236$  (intenzita turbulence)  
 kde  $k_t = 1,0$  (součinitel turbulence)  
 $\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3}$  (měrná hmotnost vzduchu)

Referenční výška  $z_e$ :

$$z_e = \max(h, z_{\min}) = 20,83 \text{ m}$$

### Příčný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 41,66 \text{ m}$$

$$e/5 = 8,332 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 1,796$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,540$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} \cdot (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -1,119 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,518 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,490 \text{ kNm}^{-2}$$

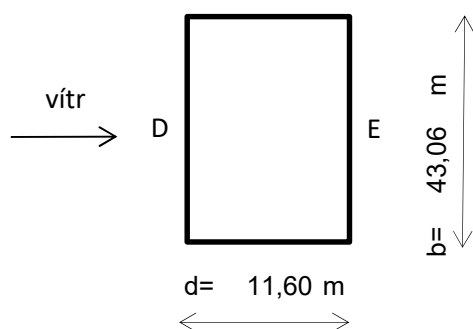
$$w_A = -0,770 \text{ kNm}^{-2}$$

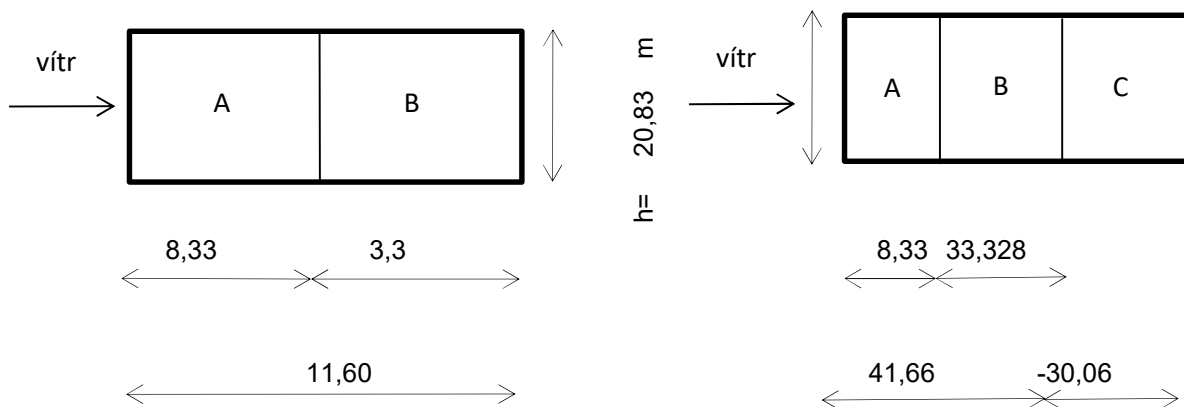
$$w_B = -0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,168 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,140 \text{ kNm}^{-2}$$





### Podélný vítr

$$e = \min(b; 2h) = 11,60 \text{ m}$$

$$e/5 = 2,32 \text{ m} \quad e < d \Rightarrow \text{oblasti A,B,C}$$

$$c_{pe}^A = -1,400 \quad c_{pi}^+ = 0,2 \quad h/d = 0,484$$

$$c_{pe}^B = -1,100 \quad c_{pi}^- = -0,3$$

$$c_{pe}^C = -0,500$$

$$c_{pe}^D = 1,000$$

$$c_{pe}^E = -0,362$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_p(z) * (c_{pe} - c_{pi})$$

$$w_A = -1,119 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,490 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,393 \text{ kNm}^{-2}$$

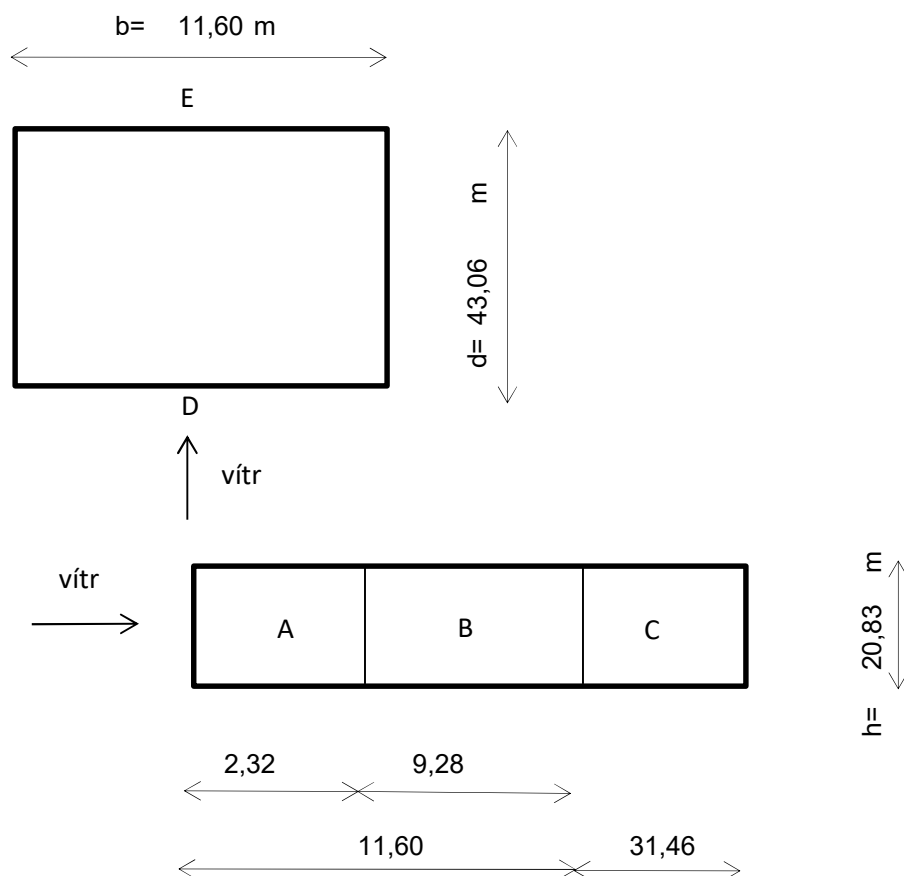
$$w_A = -0,770 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_B = -0,560 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_C = -0,140 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_D = 0,910 \text{ kNm}^{-2}$$

$$w_E = -0,044 \text{ kNm}^{-2}$$



### Posudek kotvení

Maximální hodnota zatížení na celé budově - maximální sání

Oblast A  $w_{d,A} = -1,679 \text{ kNm}^{-2}$

**Navrženo kotvení hmoždinkami  $6\text{ks/m}^2$  (2 v ploše, 4 ve spárách).**

Návrhová odolnost na účinky sání větru

$$R_d = (R_{\text{panel}} * n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} * n_{\text{joint}}) * k_k / \gamma_{Mb} \quad \text{vzorec (1)}$$

$$R_d = N_{Rk} * (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{Mc} \quad \text{vzorec (2)}$$

$R_{\text{panel}} = 0,70 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do fenolické pěny

$R_{\text{joint}} = 0,60 \text{ kN}$  pro zápusťnou montáž do fenolické pěny

$k_k = 0,8$

$n_{\text{panel}} = 4$  počet kotev v ploše

$n_{\text{joint}} = 4$  počet kotev ve spárách

$\gamma_{Mb} = 2,2$  fenolická pěna

$\gamma_{Mc} = 1,3$  beton

$N_{Rk} = 1,38 \text{ kN}$  z výtažných zkoušek

$R_d = 1,891 \text{ kN/m}^2$  vzorec (1)

$R_d = 8,492 \text{ kN/m}^2$  vzorec (2)

platí nižší z hodnot (1), (2) - porovnání hodnot je bráno v absolutních hodnotách

**$R_d = 1,891 \text{ kN/m}^2 > 1,679 \text{ kN/m}^2$  ..... vyhovuje**

**Izolant 100mm**

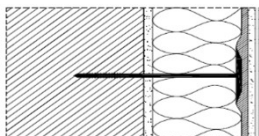
**Podle doporučení ETICS je min. počet kotevních prvků 8ks/m<sup>2</sup>.**

**Hodnoty únosností stanoveny výtažnými zkouškami.**

**Délka hmoždinek - dle doporučení výrobce**

Minimální délka	$L_{a,min} = h_D + h_{ef} + t_{tol} =$	175	mm
kde	tloušťka izolace $h_D =$	100	mm
	hloubka kotvení $h_{ef} =$	25	mm (dle výrobce)
	tloušťka nenosné vrstvy $a_1 =$	30	mm
	tloušťka vrstvy lepícího tmelu $a_2 =$	20	mm
	celková tloušťka nenosné vrstvy $t_{tol} =$	50	mm
	hloubka vrtání $h_1 =$	50	mm
	$L_{a,min} < L_a$		

<b>175 mm</b>	<b>&lt;</b>	<b>175 mm</b>	<b>..... vyhovuje</b>
---------------	-------------	---------------	-----------------------



## 9. Statické zhodnocení zatížení na plochou střechu

Větrná oblast : oblast I  $v_{b,0} = 22,5 \text{ ms}^{-1}$

Kategorie terénu : III

*Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les).*

Typ střechy : Plochá střecha

### Základní rozměry budovy

Šířka  $b = 11,60 \text{ m}$

Délka  $d = 43,06 \text{ m}$

Výška  $h = 22,58 \text{ m}$

### Výpočet účinků větru

Budova se nachází ve větrné oblasti s charakteristickou střední rychlostí větru :

$$v_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$$

Základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} : 22,5 \text{ m/s}$$

kde  $c_{dir} = 1,0$

$$c_{season} = 1,0$$

Místní vlivy

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce  $z$  nad terénem

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 20,94 \text{ m/s}$$

kde  $c_0(z) = 1,000$  (součinitel ortografie)

$$c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0) = 0,931 \text{ (součinitel drsnosti)}$$

kde  $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$  (součinitel terénu)

Kategorie terénu III :  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

Maximální charakteristický tlak  $q_p(z)$

$$q_p(z) = [1 + 7I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2 = 0,718 \text{ kNm}^{-2}$$

kde  $I_v(z) = k_1 / [c_0(z) * \ln(z/z_0)] = 0,231$  (intenzita turbulence)

$$k_1 = 1,0 \text{ (součinitel turbulence - dle národní přílohy)}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kgm}^{-3} \text{ (měrná hmotnost vzduchu dle NP)}$$

Referenční výška  $z_e$

$$z_e = \max(h, z_{min}) = 22,58 \text{ m}$$

## Příčný vítr

$b = 43,1$  m (délka strany kolmé na směr větru)  
 $d = 11,6$  m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)  
 $e = \min(b; 2h) = 43,06$  m  
 $e/2 = 21,53$  m **oblast I se neuplatní !!!**  
 $e/4 = 10,77$  m  $0,000 \quad h_p/h$   
 $e/10 = 4,31$  m

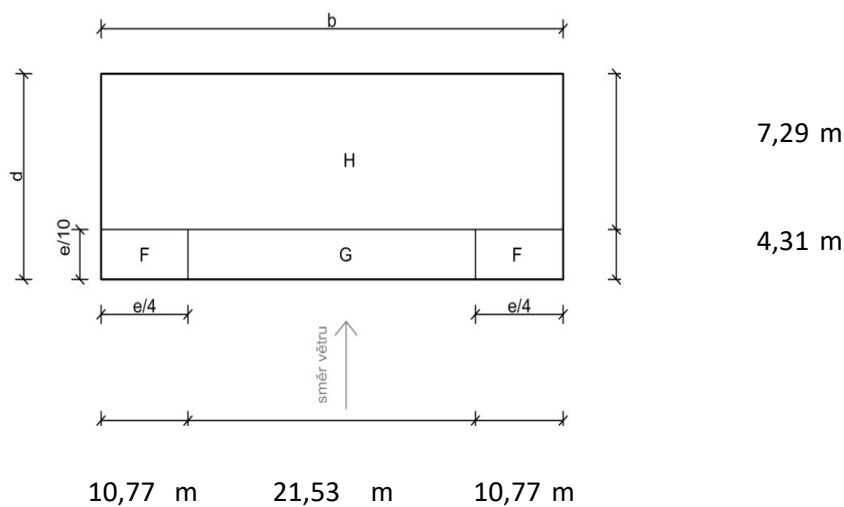
$c_{pe}^F = -1,8$                        $c_{pi}^+ = 0,2$   
 $c_{pe}^G = -1,2$                        $c_{pi}^- = -0,3$   
 $c_{pe}^H = -0,7$   
 $c_{pe}^{I-} = -0,2$   
 $c_{pe}^{I+} = 0,2$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

Charakteristické hodnoty $w_k$	
$w_{F-} = -1,436 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{F-} = -1,077 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{G-} = -1,005 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{G-} = -0,646 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{H-} = -0,646 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{H-} = -0,287 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{I-} = -0,287 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I-} = 0,072 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{I+} = 0,000 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I+} = 0,359 \text{ kNm}^{-2}$

Návrhové hodnoty $w_d$	
<b><math>w_{F-} = -2,154 \text{ kNm}^{-2}</math></b>	$w_{F-} = -1,616 \text{ kNm}^{-2}$
<b><math>w_{G-} = -1,508 \text{ kNm}^{-2}</math></b>	$w_{G-} = -0,969 \text{ kNm}^{-2}$
<b><math>w_{H-} = -0,969 \text{ kNm}^{-2}</math></b>	$w_{H-} = -0,431 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{I-} = -0,431 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I-} = 0,108 \text{ kNm}^{-2}$
$w_{I+} = 0,000 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I+} = 0,539 \text{ kNm}^{-2}$





## Podélný vítr

$$\begin{aligned}
 b &= 11,6 \text{ m (délka strany kolmé na směr větru)} \\
 d &= 43,1 \text{ m (délka strany rovnoběžné se směrem větru)} \\
 e &= \min(b; 2h) = 11,6 \text{ m} \\
 e/2 &= 5,8 \text{ m} \\
 e/4 &= 2,900 \text{ m} \quad 0,000 \quad h_p/h \\
 e/10 &= 1,16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

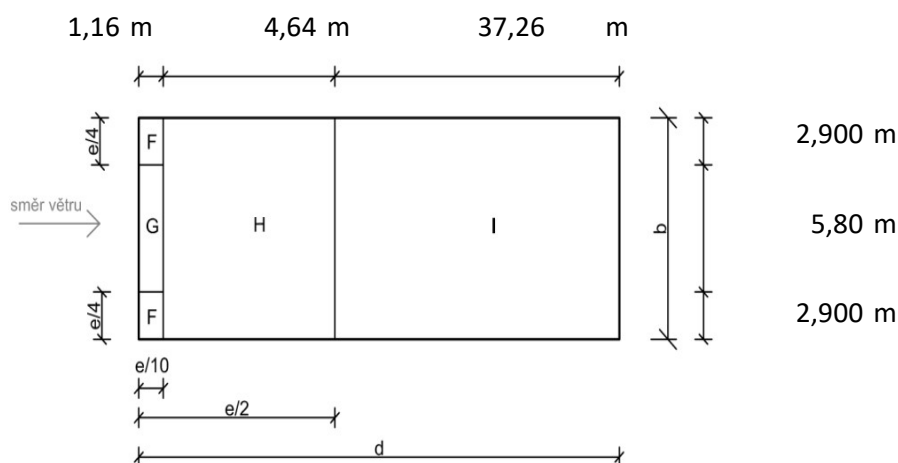
$$\begin{aligned}
 c_{pe}^F &= -1,8 & c_{pi}^+ &= 0,2 \\
 c_{pe}^G &= -1,2 & c_{pi}^- &= -0,3 \\
 c_{pe}^H &= -0,7 \\
 c_{pe}^{I-} &= -0,2 \\
 c_{pe}^{I+} &= 0,2
 \end{aligned}$$

Výsledné hodnoty zatížení větrem v daných oblastech

$$w = q_{p(z)} * (c_{pe} - c_{pi})$$

Charakteristické hodnoty $w_k$			
$w_{F-} = -1,436 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{F-} = -1,077 \text{ kNm}^{-2}$		
$w_{G-} = -1,005 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{G-} = -0,646 \text{ kNm}^{-2}$		
$w_{H-} = -0,646 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{H-} = -0,287 \text{ kNm}^{-2}$		
$w_{I-} = -0,287 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I-} = 0,072 \text{ kNm}^{-2}$		
$w_{I+} = 0,000 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I+} = 0,359 \text{ kNm}^{-2}$		

Návrhové hodnoty $w_d$			
<b><math>w_{F-} = -2,154 \text{ kNm}^{-2}</math></b>	$w_{F-} = -1,616 \text{ kNm}^{-2}$		
<b><math>w_{G-} = -1,508 \text{ kNm}^{-2}</math></b>	$w_{G-} = -0,969 \text{ kNm}^{-2}$		
<b><math>w_{H-} = -0,969 \text{ kNm}^{-2}</math></b>	$w_{H-} = -0,431 \text{ kNm}^{-2}$		
$w_{I-} = -0,431 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I-} = 0,108 \text{ kNm}^{-2}$		
$w_{I+} = 0,000 \text{ kNm}^{-2}$	$w_{I+} = 0,539 \text{ kNm}^{-2}$		



**ZÁVĚR: Posuzovaná konstrukce vychází z podkladů zadavatele a zatěžovacích údajů platných pro navrhování v daném území. Konstrukce byla posouzena podle platných národních norem a evropských norem (tzv. Eurokódů). Posuzované prvky vyhoví na I. mezní stav únosnosti a II. mezní stav použitelnosti.**

červen 2025